

## Résumé

*Kurt Marks: "Hydraulic Oscillating Drive for Tractor-drawn Mowers."*

Pure oscillating driving mechanisms without rotating parts are plentiful, although they do not usually operate by liquids under pressure. Agricultural tractors are, nowadays, usually equipped with a hydraulic pump, which can operate oscillating driving mechanisms such as mower blades by liquids under pressure. Sieves and shakers incorporated in agricultural machinery can also be provided with hydraulic oscillating drives. Pure oscillating drives having only a working and a control cylinder are very easily manufactured and have no other moving parts. It should be investigated whether such oscillating drives are suitable for use in mowers. The problems of storing the energy of the oscillating masses, keeping the stroke constant and to guarantee prompt starting present difficulties. The moving masses may not be too small, so that possible stoppages in the pipes may be avoided. If the rotating masses of the tractor are utilised for the storage of energy, then undesirably high oil pressures arise. If, on the other hand, the oscillating masses are increased, a counter-balance weight is to be recommended from the point of view of assuring smooth operation. Balancing of the moving masses by doubling the weight of the cutting blade requires a doubled spring capacity for storing the energy. Various types of hydraulic drives are described and first test-bed results are included.

*Kurt Marks: «Commande hydraulique du mouvement alternatif des barres de coupe.»*

Les commandes de mouvement alternatif sans pièces rotatives sont très répandues; mais elles n'utilisent généralement pas des liquides sous pression. La plupart des tracteurs agricoles sont équipés d'une pompe hydraulique qui peut fournir le liquide sous pression pour les commandes de mouvement alternatif, comme par exemple pour les commandes des barres de coupe. Les cribles et secoueurs des machines agricoles pourraient être également entraînés par commande hydraulique. Des commandes de mouvement alternatif pures peuvent être réalisées de façon très simple au moyen d'un piston moteur et d'un piston de commande sans autres pièces en mouvement. On a examiné l'aptitude de ces commandes pour les barres de coupe. Les

difficultés essentielles à résoudre sont l'accumulation de l'énergie des masses en mouvement, le maintien d'une course constante et le démarrage du mouvement. Les masses ne doivent pas être trop réduites afin d'éviter le bourrage de la scie. Si l'on n'utilise que les masses en rotation du moteur de tracteur, la pression d'huile augmente trop. Par contre, si l'on augmente les masses en mouvement alternatif, il est recommandé de prévoir un contrepoids afin d'assurer une marche régulière. En équilibrant les masses par la duplication des masses de la scie, on est obligé de doubler le volume élastique pour l'accumulation de l'énergie. L'auteur décrit ensuite les différentes constructions et cite les premiers résultats des essais au banc.

*Kurt Marks: «Accionamientos oscilantes hidráulicos para segadoras.»*

Los accionamientos oscilantes sin piezas rotativas tienen aplicación muy amplia, pero no suelen trabajar, por regla general, con líquidos de presión. Los tractores agrícolas suelen disponer de una bomba hidráulica que podría servir para el suministro del líquido de presión para el accionamiento oscilante hidráulico, por ejemplo de las cuchillas de segadoras. También podrían equiparse con accionamiento oscilante hidráulico las cribas y los vibradores de las máquinas agrícolas. Es muy sencilla la fabricación de accionamientos oscilantes puros con sólo un pistón de trabajo y otro de mando, sin otras piezas de movimiento. Valdría la pena investigar las posibilidades de aplicación de tales accionamientos a mecanismos de segar. La dificultad principal consiste en la acumulación de energía en las masas oscilantes, en conservar constante la carrera y en garantizar el arranque. Las masas no deben ser demasiado pequeñas, para evitar el principio de atrancamientos. Limitándose exclusivamente a las masas en rotación del motor del tractor, como acumuladores de energía, la presión de aceite sería excesiva. En cambio, con el aumento de las masas oscilantes es recomendable prever una masa compensadora, con vista a la marcha suave. La compensación de masas por la duplicación de la masa de las cuchillas requiere el doble del volumen de los muelles para la acumulación de energía. Se describen varias construcciones y se citan los primeros resultados de los ensayos hechos en el banco de pruebas.

**Wolfgang Baader:**

## Absiebung von Erde in Kartoffelerntemaschinen mit umlaufenden Siebketten (Erste Ergebnisse)

*Institut für Landmaschinenforschung der FAL, Braunschweig-Völkenrode*

Zur Absiebung der Erde werden heute in den meisten Kartoffelerntemaschinen Siebketten verwendet. Mit Siebketten bezeichnet man alle Sieborgane, bei welchen die Siebstäbe parallel zueinander unter einem gleichbleibenden Abstand durch biegsame oder gelenkige Verbindungselemente (z. B. Gurte oder Rollenketten) zu einem endlosen Band zusammengefügt sind. Die steigenden Anforderungen an die Leistungsfähigkeit und Wirtschaftlichkeit der Kartoffelerntemaschinen führen aber zu der Frage, ob die heute übliche Siebkettenbauart die optimale Lösung darstellt.

Als Beitrag zur Klärung dieser Frage sind im Institut für Landmaschinenforschung Untersuchungen begonnen worden, die sich mit den Bewegungs- und Absiebvorgängen bei Siebketten befassen<sup>1)</sup>. Bisher sind nur Feldversuche durchgeführt worden. Die Ergänzung durch genauere Prüfstandmessungen ist erst angelaufen. In den folgenden Ausführungen soll über die ersten Ergebnisse der Feldversuche berichtet werden. Zunächst ist es jedoch notwendig, auf einige grundsätzliche Zusammenhänge in der Arbeitsweise von Siebketten einzugehen.

### Die Arbeitsweise der Siebkette

Die Siebkette stellt ein Förderelement dar, das bei der Kartoffelerntemaschine mit Erde und den darin eingelagerten Kartoffeln sowie mehr oder weniger großen Mengen an Steinen, Kraut und Unkraut beschickt wird. Um einen guten Siebeffekt zu erhalten, muß die Siebkette zusätzlich zu ihrer Umlaufbewegung eine Schüttelbewegung senkrecht zur Laufebene und Oberfläche erhalten. Durch Stoß- und Trägheitskräfte sollen die Bindekräfte innerhalb des Siebgutes aufgehoben werden, wodurch bei schwieriger siebbarem Gut die Absiebung überhaupt erst ermöglicht wird.

Bei der üblichen Siebkettenbauart wird das obere Kettentrum je nach Länge durch ein oder zwei Paar Rollen gegen Durchhängen

<sup>1)</sup> Diese Untersuchungen wurden unter Leitung von Prof. Dr.-Ing. D. SIMONS † mit finanzieller Unterstützung des KTL durchgeführt.

abgestützt. Diese sind am Umfang gezahnt und werden durch die in die Verzahnung eingreifende Siebkette in Drehung versetzt. Die Schüttelbewegung ist am einfachsten mit unrunder Stützrollen zu erreichen, deren Querschnitt entweder oval, drei- oder vier-eckig sein kann. Durch Auswechseln dieser Rollen oder durch Umschalten von einer runden auf eine unrunder geformte Rolle, die jeweils zusammen auf einem Kipphebel sitzen, läßt sich die Schüttelbewegung bei konstanter Kettengeschwindigkeit der wechselnden Siebbarkeit des Bodens in gewissen Grenzen anpassen.

Da die Kette nur in einer senkrecht zu ihrer Oberfläche liegenden Ebene flexibel ist, ferner zwischen den Antriebs- und Umlenkungsrädern gespannt wird, führt sie bei einer örtlich begrenzten und senkrecht zu ihrer Oberfläche gerichteten Erregung eine Art Seil-schwingung aus (Bild 1). Bei dieser Bewegungsform nimmt die Amplitude der erregten Kette nicht linear gegen die Umlenkpunkte hin ab, sondern durchläuft in einer Wellenbewegung Werte, deren Betrag und Phase je nach Biegesteifigkeit, Massenverteilung, Länge, Spannung, Umlaufgeschwindigkeit und Neigung der Kette sowie nach Lage und Beschleunigungsverlauf der Schüttelrollen sehr verschieden sein können. Bereits die Bewegung der unbelasteten Siebkette ist infolge der zahlreichen Wechselwirkungen zwischen den genannten Einflußgrößen mathematisch kaum zu erfassen. Noch unübersichtlicher werden die Verhältnisse, sobald die Kette mit Siebgut belastet wird, da zwischen Siebeffekt, Massenverteilung, Stärke der Aufprallimpulse und Bewegungsform der Kette zusätzliche Wechselwirkungen auftreten. Durch die dämpfende Wirkung der Siebgutmasse wird vor allem die Welligkeit der Kettenbewegungsbahn stark vermindert. Eine Vorstellung von der Arbeitsweise der Siebkette können aber die folgenden Überlegungen vermitteln, wobei Erkenntnisse aus Untersuchungen an Schwingsieben benutzt wurden [1; 2].

Die spezifische Siebleistung, das heißt das in der Sekunde von einem Quadratmeter Siebfläche abgesiebte Gewicht siebbaren Gutes,

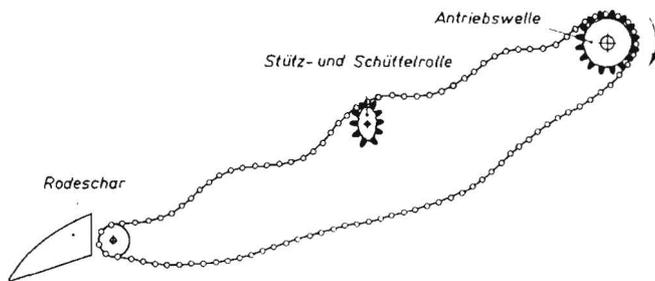


Bild 1: Siebkette mit Schüttelrollenerregung (Eigenenerregung)

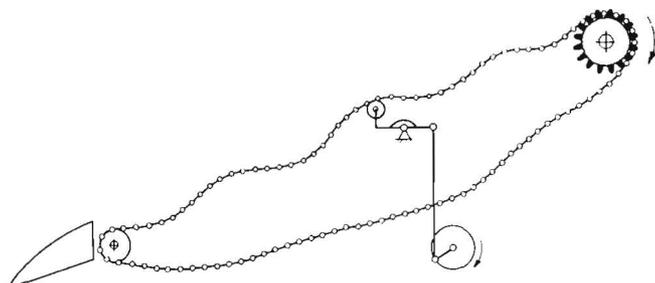


Bild 2: Siebkette mit Klopfererregung (Fremderregung)

hängt zunächst von der Siebbarkeit des Bodens ab, die im wesentlichen von der Größe der Bindekräfte innerhalb des Gutes bestimmt wird. Bei der Siebkette kann durch die Fräswirkung der Siebstäbe an der scharseitigen Kettenumlenkung eine gewisse Zerkleinerung des Erddammes erreicht werden. Diese Wirkung wird wesentlich unterstützt durch eine Kettengeschwindigkeit, die höher als die Fahrgeschwindigkeit des Roders ist und ein Auseinanderziehen des Dammes bewirkt. Da der Antrieb der Schüttelrollen von der Kette aus erfolgt, bedeutet eine Erhöhung der Kettengeschwindigkeit gleichzeitig auch eine Verstärkung der Schüttelwirkung. Bei einer Steigerung der Kettengeschwindigkeit erhöht sich aber die Drehzahl der Schüttelrollen und damit auch die Beschleunigung der Auflagepunkte der Kette auf den Rollen. Dies kann zu einer Aufhebung der Auflagekraft, das heißt zum Abheben der Kette von den Schüttelrollen führen. Die Anzahl der Erregungsimpulse ist dann nicht mehr proportional der Kettengeschwindigkeit, sondern kleiner. Die Kraftschlußgrenze kann jedoch zu größeren Kettengeschwindigkeiten hin verschoben werden, wenn die Kettenspannung erhöht wird. Auf diese Weise erhält man eine Verstärkung der Auflagekraft, die sich erst durch eine höhere Beschleunigung an den Auflagepunkten infolge einer Steigerung der Kettengeschwindigkeit wieder aufheben läßt. Durch Vergrößerung der Kettenspannung können letzten Endes ohne Abheben der Kette von den Stützrollen stellenweise Beschleunigungen auftreten, deren vertikale Komponenten größer sind als die Erdbeschleunigung. Das Siebgut kann daher in diesen Zonen keinen Kraftschluß mit der Kette haben, das heißt es führt eine Wurfbewegung aus. Beim Wiederaufprall hat das Siebgut gegenüber der Kette eine Relativgeschwindigkeit, deren Richtung und Betrag die jeweils durchfallende Menge beeinflussen. Je flacher der Aufprallwinkel ist, desto kleiner wird der effektive Siebstababstand, und um so weniger Gut kann zwischen den Stäben hindurchfallen. Bei einer hohen Kettengeschwindigkeit wird also das Siebgut von den Siebstäben mitgerissen, so daß die Förderwirkung erhöht und dadurch die Siebleistung vermindert wird.

Je mehr die Kettengeschwindigkeit gesteigert wird, desto kürzere Zeit bleibt die Kette mit den Schüttelrollen im Eingriff und desto weniger Hubbewegung wird auf die Kette übertragen. Die Amplitude der Kettenbewegung wird somit bei zunehmender Kettengeschwindigkeit immer kleiner, wodurch die Siebwirkung zusätzlich beeinträchtigt wird.

Es zeigt sich also, daß die Siebleistung einer mit Schüttelrollen erregten Siebkette im wesentlichen von der Kettengeschwindigkeit bestimmt wird. Eine Erhöhung der Kettengeschwindigkeit bedeutet ein stärkeres Auseinanderziehen des Siebgutes und damit durch Verminderung der Bindekräfte eine Erhöhung der Siebbarkeit. So lange sich die Kette nicht von den Rollen abhebt, erhöhen sich Stärke und Anzahl der auf das Siebgut übertragenen Impulse, so

daß mehr Gut abgesiebt werden kann. Wird die Geschwindigkeit der Kette jedoch über den Wert hinaus gesteigert, bei welchem die Kette beginnt, sich zeitweise von den Rollen abzuheben, steigt die Impulszahl nicht mehr proportional zur Kettengeschwindigkeit an, die Amplitude wird kleiner und die Kette wird immer mehr zum Förderelement. Infolge der starken Auflockerung des Siebgutes und der relativ großen Impulszahl wird aber die Siebleistung nicht in dem Maße abnehmen, wie es die zunehmende Förderwirkung erwarten läßt.

Die Abhängigkeit der Impulszahl und der Impulsstärken von der Kettengeschwindigkeit muß also bei der eigenerrigten Siebkette zu einer Begrenzung der Siebleistung führen. Es liegt deshalb nahe, nach einer Lösung zu suchen, durch welche die enge Kopplung zwischen Schüttelrollenerregung und Kettengeschwindigkeit gelockert wird, um dadurch die Siebleistung zu steigern beziehungsweise sie den wechselnden Einsatzbedingungen besser anpassen zu können. Könnte man beispielsweise die Impulszahl bei einer kleinen Kettengeschwindigkeit erhöhen, dann müßte sich bei geringerer Förderwirkung der Kette auch eine bessere Siebleistung ergeben. Konstruktiv läßt sich dieser Weg durchaus beschreiten, indem die Schüttelrollen durch fremderregte Klopfelemente ersetzt werden (Bild 2). Sieht man weiterhin für die Kette wie für die Klopfer eine Regelung der Antriebsdrehzahlen vor, dann läßt sich das Siebelement den im Feldbetrieb unterschiedlichen Belastungen und Bodenverhältnissen optimal anpassen.

## Feldversuche mit Siebketten

### 1. Versuchsanstellung

Die Richtigkeit dieser aus den theoretischen Überlegungen gezogenen Folgerung konnte durch praktische Versuche nachgewiesen werden. Die Messung der Siebleistung einer Kartoffelroder-Siebkette im Feldeinsatz ist mit einer Reihe versuchstechnischer Schwierigkeiten verbunden, die sowohl die Zahl der vergleichbaren Versuche als auch deren Genauigkeit beeinflussen. Insbesondere beeinträchtigen die pflanzlichen Bestandteile des vom Rodeschar aufgenommenen Dammes sehr den Ablauf derartiger Versuche. Daher wurden die Versuche mit Blinddämmen, das heißt mit unbepflanzten Erddämmen durchgeführt, die in der üblichen Weise mit Häufelkörpern gezogen wurden und nach mehrwöchiger Ablagerungszeit einen für Feldversuche relativ gleichmäßigen Zustand aufwiesen. Hierzu wurden für folgende Größen Kontrollmessungen vorgenommen:

- Korngrößenanalyse zur Bestimmung der Bodenart;
- Porenvolumen (oben im Damm und unter Damm-Mitte);
- Feuchtigkeitsgehalt (oben im Damm und unter Damm-Mitte);
- Schollenanalyse und
- Dammquerschnitt.

Das Ergebnis der Korngrößenanalyse ist in Tafel 1 festgehalten. Die Bestimmung des Porenvolumens und des Feuchtigkeitsgehaltes erfolgte mit Hilfe von Stechzylindern nach der Trockenschrankmethode. Die Ergebnisse sind in Tafel 2 aufgeführt. Um Auskunft über die Größenzusammensetzung der Erdschollen zu erhalten, war eine Siebanalyse notwendig [3; 4]. Durch Aufbau des Siebapparates auf den Unimog (Bild 3) war es möglich, zahlreiche über das ganze Versuchsfeld gleichmäßig verteilte Einzelanalysen schnell durchzuführen. Die drei Siebkästen mit den Lochdurchmessern 40, 20 und 10 mm waren mit dem Auffangkasten auf einem in Gleitführungen beweglichen Rahmen aufgespannt, der von einem Exzenter in horizontale Schwingungen versetzt wurde. Über eine von Hand betätigte Kupplung konnte der Exzenter mit der vorderen Zapfwelle des Unimog angetrieben werden. Jede Analyse dauerte zehn Sekunden bei einer konstanten Zapfwelldrehzahl von 200 U/min und einer Schwingbreite des Siebes von

Tafel 1: Korngrößenverteilung des Versuchsbodens

Grobsand 200—2000 $\mu$ [%]	Feinsand 20—200 $\mu$ [%]	Schluff 2—20 $\mu$ [%]	Ton < 2 $\mu$ [%]
21,5	59,4	12,7	6,4
Bodenart: lehmiger Sand			

Tafel 2: Zustandsgrößen des Versuchsfeldes

	Einzel-	Mittel-	mittl.
	messungen	wert	quadrat.
	Zahl	[%]	Abweich.
			vom
			Mittel-
			wert
			[%]
Porenvolumen oben im Damm	27	59,9	4,7
unter Dammitte	27	54,9	5,4
Feuchtigkeitsgehalt			
oben im Damm	27	22,5	6,3
unter Dammitte	27	20,2	8,1
Anteil der Schollengrößen			
< 10 mm	27	59,8	16,0
< 20 mm	27	80,5	12,0
< 40 mm	27	92,5	8,9
Dammquerschnitt	62	218,6 cm <sup>2</sup>	12,6

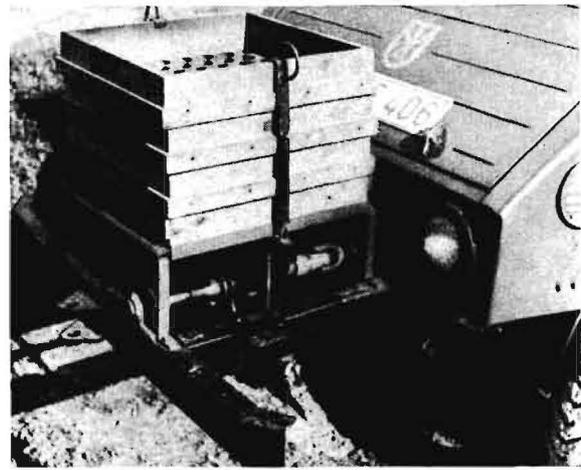


Bild 3: Siebapparat zur Durchführung der Schollenanalyse

40 mm. Die auf das ruhende Sieb aufgegebene Erdmenge wurde aus dem Damm in Höhe der Sohle mit einem Spaten waagrecht herausgestochen und hatte ein durchschnittliches Gewicht von 8,5 kg. Die Ergebnisse der Siebanalyse sind ebenfalls in Tafel 2 enthalten und ihre Mittelwerte in Bild 4 graphisch dargestellt. Die Messung des Dammquerschnittes diente neben der Kontrolle des Feldzustandes insbesondere der Erfassung der vom Rodeschar in der Zeiteinheit aufgenommenen Erdmenge. Vorbedingung hierfür war jedoch, daß die Fahrgeschwindigkeit, der Schartiefgang und die seitliche Stellung des Schares konstant gehalten wurden. Die Dammkontur wurde jeweils bei eingesetztem Schar und stehender Maschine von einer horizontal liegenden Kante des Maschinenrahmens aus abgetastet (Bild 5), in eine Tabelle aufgenommen und später über der bekannten Scharschnittlinie graphisch aufgetragen. Durch Ausplanimetrieren erhielt man dann die Fläche  $F_d$  des Dammquerschnittes (vgl. Tafel 2).

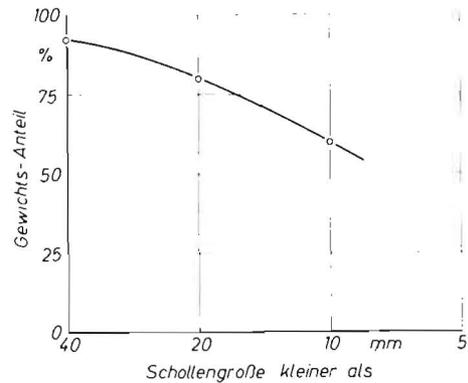


Bild 4: Schollenanalyse des Versuchsbodens

Die Versuchsmaschine (Bild 6), ein umgebauter Siebketten-Vorratsroder, konnte sowohl mit Schüttelrollen als auch mit Klopfen betrieben werden. Die Siebkette, deren technische Daten in Bild 7 angegeben sind, wurde von der Zapfwelle des Unimog angetrieben. Über ein gesondertes Antriebsaggregat konnte die Drehzahl der Zapfwelle gesteuert werden. Ein vom gleichen Aggregat angetriebener Gleichstromgenerator gestattete die ebenfalls stufenlose Steuerung eines Elektromotors für den Antrieb der Klopfen. Die Länge der Siebkette machte die Anordnung von zwei Schüttelrollen- beziehungsweise Klopfenpaaren erforderlich. Während jede einzelne Schüttelrolle für sich drehbar gelagert war und sich daher unabhängig von den anderen einstellen konnte, waren die Klopfen paarweise über Gestänge und Kurbelscheiben mit der vom Elektromotor angetriebenen Welle verbunden. Durch Versetzen eines Kurbelzapfens konnten die Phasen der beiden Klopfenpaare gegeneinander verschoben werden.

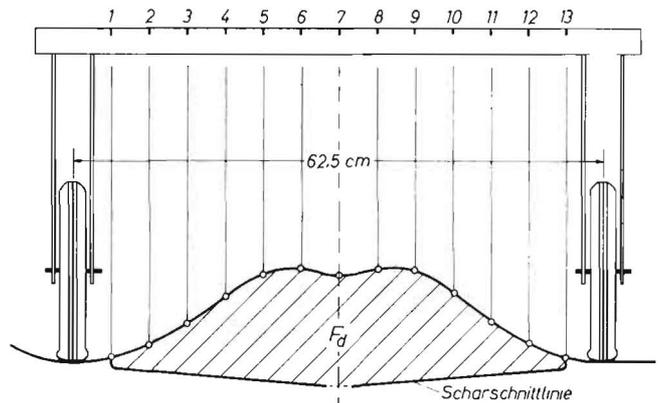


Bild 5: Ermittlung des aufgenommenen Dammquerschnittes  $F_d$

Über ein Kratzerband gelangte die nicht abgesiebte Erde in einen Behälter, der in zwei Punkten pendelnd im Maschinenrahmen aufgehängt war. Mit Hilfe einer Hebelübersetzung und eines Dynamometers wurden jeweils die beiden Auflagekräfte und damit das Gesamtgewicht des Behälters ermittelt. Da die Siebleistung nur bei einer gleichbleibenden Absiebung gemessen werden sollte, durfte die beim Anlauf der Maschine nicht abgesiebte Erde im Wiegebehälter nicht aufgefangen werden. Ein schwenkbares Leitblech führte daher bis zum Beginn der Messung diese Erde zur Seite ab, um sie dann nach Umlegen eines Hebels in den dafür vorgesehenen Behälter zu leiten. Sobald dieser voll war, wurde zur Bestimmung des Behältergewichtes die Maschine angehalten. Durch Öffnen des Behälterbodens wurde der Inhalt anschließend auf das Feld geschüttet. Die während der Meßdauer von der Maschine durchfahrene Strecke konnte auf einem Zählwerk abgelesen werden. Die spezifische Siebleistung  $D_{sp}$ , das heißt das in der Sekunde von einem Quadratmeter Siebfläche abgesiebte Gewicht siebbaren Gutes, ergab sich dann aus der Beziehung

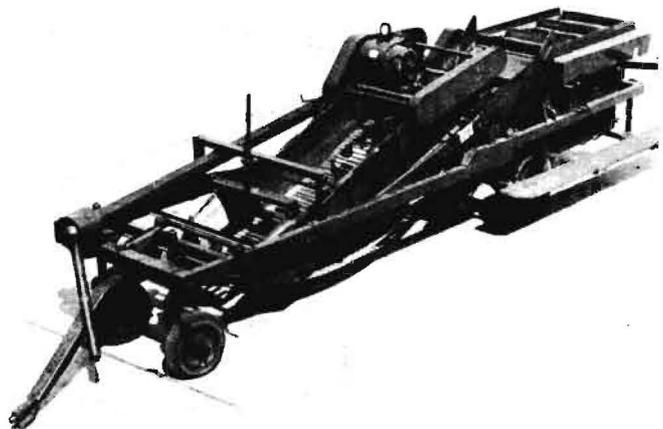


Bild 6: Ansicht der Versuchsmaschine

$$D_{sp} = \frac{(F_d \cdot \gamma_r \cdot s - G) v_F}{F_s \cdot s} \quad [\text{kg/m}^2\text{s}]$$

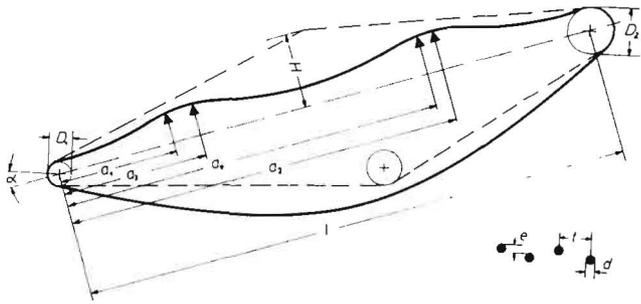


Bild 7: Technische Daten des Siebelementes

Länge der Kette	$l = 1900$ mm
Breite der Kette (ohne Gurte)	$b_{\text{eff}} = 480$ „
max. Spannhöhe der Kette	$H = 290$ „
Metergewicht der Kette	$G_m = 11,9$ kg
Steigung	$\alpha = 27^\circ$
Teilung der Siebstäbe	$t = 41,5$ mm
Durchmesser der Siebstäbe	$d = 12,0$ „
Versetzung der Siebstäbe	$c = 3,2$ „
Durchmesser der Umlenkrolle	$D_1 = 100$ „
Durchmesser der Antriebsrolle	$D_2 = 180$ „
Abstand Umlenkrollen-Erregung (Klopfer)	$a_1 = 310$ „
Abstand Umlenkrollen-Erregung (Klopfer)	$a_2 = 1280$ „
Abstand Umlenkrollen-Erregung (Schüttelr.)	$a_3 = 480$ „
Abstand Umlenkrollen-Erregung (Schüttelr.)	$a_4 = 1160$ „
max. Hub der Schüttelrolle	$h_s = 35$ „
max. Hub der Klopfer	$h_k = 45$ „
Zähnezahl der Schüttelrollen	$z = 10$
Übersetzungsverhältnis Gelenkwelle: Kettenantrieb	$i = 2$
Verbindungselement der Siebstäbe:	
Gurte $60 \times 8$ mm, einseitig gummiert	

Hierin bedeuten

- $F_d = 0,022 \text{ m}^2$  den Dammquerschnitt (Mittelwert der Einzelmessungen);
- $\gamma_r = 1400 \text{ kg/m}^3$  das Raumgewicht der Erde im Damm (Mittelwert aus den Stechzylindermessungen);
- $v_F = 0,63 \text{ m/s}$  die Fahrgeschwindigkeit (konstant für alle Versuche);
- $F_s = 0,94 \text{ m}^2$  die gesamte wirksame Siebfläche (ohne Gurte);
- $s$  in m die jeweils durchfahrene Meßstrecke und
- $G$  in kg das Gewicht des Behälterinhalts.

Zunächst wurde unter Verwendung von zwei Schüttelrollenpaaren die spezifische Siebleistung für vier verschiedene Kettengeschwindigkeiten beziehungsweise Zapfwelldrehzahlen bestimmt, wobei zur späteren statistischen Absicherung der Ergebnisse für jede Einstellung jeweils vier Einzelmessungen durchgeführt und die Meßstrecken zur Ausschaltung von Feldeinflüssen gleichmäßig über das ganze Versuchsfeld verteilt wurden.

Bei den Versuchen mit Klopfern wurde in der gleichen Weise verfahren. Neben der Veränderung der Kettengeschwindigkeit mußte hier jedoch zusätzlich der Einfluß der Impulszahl sowie der Phasenverschiebung zwischen den beiden Klopferpaaren berücksichtigt

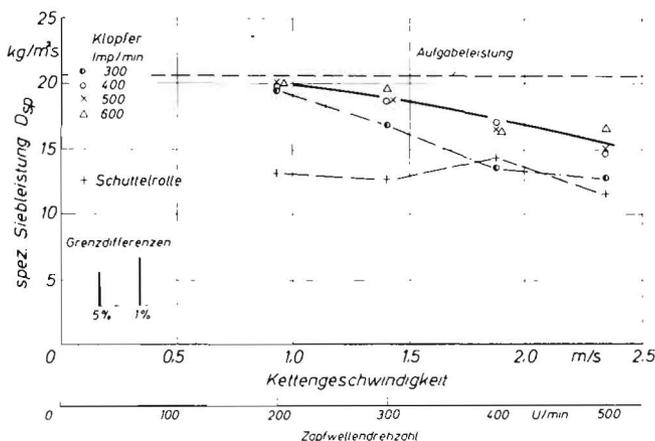


Bild 8: Siebleistung einer Siebkette mit Schüttelrollen- bzw. Klopfererregung bei verschiedener Kettengeschwindigkeit (Klopferpaare phasen-gleich).

Die Siebleistung bei Betrieb mit Schüttelrollen und die Siebleistung bei Betrieb mit Klopfern können in ihren Absolutwerten nicht ohne weiteres verglichen werden, da die Amplituden der Erreger-elemente verschieden groß waren.

werden. So erfolgte die Messung der spezifischen Siebleistung bei einer phasengleichen Bewegung der Klopferpaare und bei einer Phasenverschiebung um  $180^\circ$ , wobei jeweils Impulszahlen von 300; 400; 500 und 600 in der Minute eingestellt wurden.

## 2. Versuchsergebnisse

Die Meßergebnisse sind in Tafel 3 zusammengestellt und in den Bildern 8 und 9 über der Kettengeschwindigkeit aufgetragen. Die Überprüfung mit Hilfe der Varianzanalyse ergab für die Differenz zweier Mittelwerte eine statistische Sicherung, wenn sie mehr als  $2,7 \text{ kg/m}^2\text{s}$  (Grenzdifferenz 5%), und eine gute Sicherung, wenn sie mehr als  $3,6 \text{ kg/m}^2\text{s}$  (Grenzdifferenz 1%) betrug.

Die Versuche bestätigten die Vermutung, daß bei einer Erregung der Siebkette mit unrunder Schüttelrollen die Siebleistung von einer Erhöhung der Kettengeschwindigkeit nur wenig beeinflußt wird. Der Gewinn an Schüttelwirkung wird durch die verstärkte Förderwirkung des Siebgutes nahezu aufgehoben, so daß sich die Siebleistung kaum verändert. Diese Erscheinung konnte bereits bei früheren Versuchen festgestellt werden. Da jedoch die Versuchsbedingungen bisher nie gleichmäßig genug waren, konnten diese Ergebnisse nicht als gesichert betrachtet werden.

Im Gegensatz dazu liegen die Werte bei Klopfererregung mit größeren Impulszahlen um so höher, je geringer die Kettengeschwindigkeit ist <sup>2)</sup>. Bei einer Impulszahl von 300/min ist der Siebeffekt nicht so stark, da hier die Siebkette offensichtlich zu wenig erregt wird und daher keine Wurf-bewegung der Erde eintreten kann. Bei Impulszahlen zwischen 400 und 600 in der Minute ist dies jedoch der Fall, was eine entsprechend höhere Siebleistung bewirkt. In diesem Wurf- und Impulsbereich scheint allerdings eine Änderung der Impulszahl keinen Einfluß auf die Höhe der Siebleistung zu haben. Aus den eingangs beschriebenen Bewegungsvorgängen läßt sich diese Erscheinung erklären. Wird nämlich die Impulszahl erhöht, dann erhält das Gut in der Zeiteinheit zunächst ebenfalls mehr Impulse, die einen Anstieg der Siebleistung zur Folge haben. Mit steigender Impulszahl hebt sich die Kette aber immer stärker von den Klopfer-elementen ab; die Kettenschwingungen folgen also nicht mehr den Erregerschwingungen, und die Zahl der Beschleunigungswechsel als auch die Größe der Amplituden und Beschleunigungen nehmen gegenüber den Klopfern ab, so daß deren Frequenz kaum mehr einen Einfluß auf die Siebleistung hat. Es treten somit dieselben Erscheinungen auf wie bei der eigenerregten, das heißt durch Schüttelrollen über die Kettenbewegung erregten Kette.

Die Abnahme der Siebleistung mit zunehmender Kettengeschwindigkeit beim Klopferbetrieb ist in erster Linie der verstärkten Förderwirkung der Siebkette zuzuschreiben, die sich trotz der gleichzeitig eintretenden Verringerung der Schichthöhe des Gutes und der damit verbundenen Zerkleinerungswirkung sehr nachteilig auf die Siebleistung auswirkt. Hingegen kann man die Ketten-

<sup>2)</sup> Die Siebleistung bei Betrieb mit Schüttelrollen und die Siebleistung bei Betrieb mit Klopfern können in ihren Absolutwerten nicht ohne weiteres verglichen werden, da die Amplituden der Erreger-elemente verschieden groß waren.

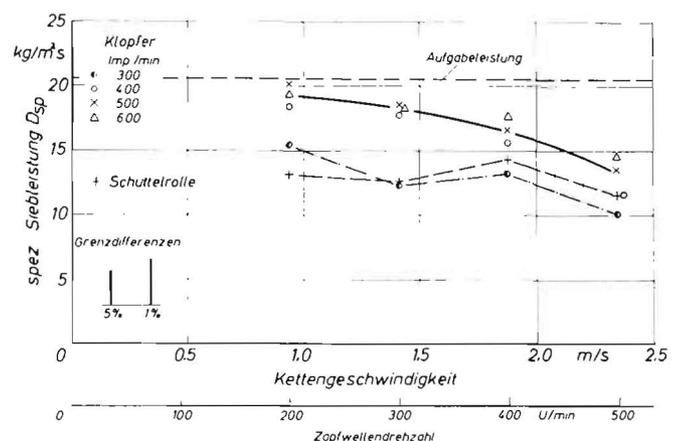


Bild 9: Siebleistung einer Siebkette mit Schüttelrollen- bzw. Klopfererregung bei verschiedener Kettengeschwindigkeit (Klopferpaare um  $180^\circ$  phasenverschoben)

Die Siebleistung bei Betrieb mit Schüttelrollen und die Siebleistung bei Betrieb mit Klopfern können in ihren Absolutwerten nicht ohne weiteres verglichen werden, da die Amplituden der Erreger-elemente verschieden groß waren.

Tafel 3: Zusammenstellung der Versuchsergebnisse (Mittelwerte)

Betriebsart	mittlere gerodete Dammlänge [m]	Einzel-messungen [Zahl]	Zapfwellen-drehzahl [U/min]	spez. Siebleistung			
				300 Imp/min	400 Imp/min	500 Imp/min	600 Imp/min
				[kg/m <sup>2</sup> s]			
Klopfer (phasengleich)	21,0	64	200	19,5	19,8	20,1	20,1
			300	16,9	18,8	18,9	19,6
			400	13,6	17,1	16,7	16,5
			500	12,8	14,7	15,0	16,6
Klopfer (180° phasenverschoben)	17,0	64	200	15,5	17,4	20,2	19,3
			300	12,6	17,9	18,6	18,2
			400	13,2	15,6	16,6	17,6
			500	10,2	11,8	13,6	14,6
Schüttelrollen	16,5	16	200		13,1		
			300		12,7		
			400		14,4		
			500		11,7		

geschwindigkeit bei einer von ihr unabhängigen Impulszahl so niedrig wählen, daß der Damm gerade noch genügend aufgelockert wird, und trotzdem eine so große Impulszahl anwenden, daß man eine Wurfbewegung des Gutes erhält. Auf diese Weise läßt sich mit einer fremderregten Siebkette eine höhere Siebleistung erreichen als mit einer üblichen, durch Schüttelrollen erregten.

Eine Phasenverschiebung von 180° in der Bewegung der beiden Klopferpaare ergab gegenüber der phasengleichen Anordnung schlechtere Siebleistungen bei größeren Streuungen. Da die Kette unter dem Einfluß einer äußeren Erregung eine Art Seilschwingung ausführt, können die Lage der einzelnen Erregerstellen, sowie die Amplitude, Phase und Frequenz der Erregerbewegung nicht beliebig gewählt werden, sondern müßten bei einer optimalen Energieübertragung auf das Gut jeweils auf die Schwingungseigenschaften der Kette abgestimmt werden. Bei den Versuchen wurde die vom ersten Klopferpaar angeregte Kettenschwingung durch die Einwirkung des zweiten Klopferpaares in periodischer Folge gestört, was zwangsläufig zu einer Beeinträchtigung der Siebleistung führte.

### Zusammenfassung

Die bisher durchgeführten Versuche geben trotz ihres verhältnismäßig engen Rahmens bereits einen Einblick in die Vorgänge bei der Absiebung von Erde mit Siebketten. Sie bestätigen die aus theoretischen Betrachtungen abgeleiteten Vermutungen, daß die Siebleistung einer Siebkette durch eine von der Kettengeschwindigkeit unabhängig regelbare Schüttelfrequenz verbessert werden kann. Während bei der normalen Siebkettenbauart die Ketten-erregung über unrunde, von der Kette in Drehung versetzte Schüttelrollen erfolgt und daher die Siebleistung bei Erhöhung der Kettengeschwindigkeit durch das Abheben der Kette von den Rollen und zunehmende Förderwirkung begrenzt wird, kann man durch Erregung der Kette mit fremdgesteuerten Klopfern bereits bei geringer Kettengeschwindigkeit eine sehr intensive Schüttelbewegung der Kette erzeugen. Bei Verwendung von Klopfern läßt sich ferner die Siebleistung den jeweils auftretenden Feldbedingungen anpassen, wodurch die Einsatzgrenzen der Maschine erweitert werden können. Die Fortsetzung der Feldversuche sowie die Durchführung von Prüfstandsversuchen sollen diese Zusammenhänge noch weiter klären.

### Résumé

Wolfgang Baader: "The Separation of Soil in Potato Diggers having Rotatory Chain Sieves (First Results)". Despite their somewhat restricted character, sieving tests made up to the time of writing already give some idea of operations necessary when soil is separated from potatoes by means of chain sieves. They confirm the conjectures, derived from theoretical sources, that the output of a chain sieve can be improved by the incorporation of a regulable frequency of oscillation that is independent of the velocity of the chain. In the normal types of chain sieves the movement of the chains is effected by means of non-circular, oscillating rollers rotated by the chains, whereby the sieve output is limited when the chain velocity is increased and the rollers lift themselves off the chains, thereby preventing any increase in the ability of the chain to move the

potatoes forward. However, by agitating the chain by remote-controlled beaters a very intensive oscillation of the chain is obtained even at low chain speeds. Furthermore, the use of beaters enables the sieve output to be regulated to suit actual field conditions, whereby the field of action of the digger can be increased. Further field tests as well as test-bed runs will attempt to throw further light on these relationships.

Wolfgang Baader: «Le criblage de la terre dans les ar-rucheuses de pommes de terre équipées de chaînes secon-ueuses rotatives.» (Premiers résultats des recherches.)

Bien que les recherches entreprises jusqu'ici n'aient pas dépassées un cadre relativement étroit, elles ont déjà permis d'acquérir certaines connaissances sur les phénomènes qui se produisent pendant le criblage de la terre au moyen de chaînes seconueuses. Ces recherches ont confirmé la supposition faite à la suite de réflexions théoriques que l'effet de criblage peut être amélioré en rendant le réglage de la fré-quence de secouage indépendant de la vitesse de marche de la chaîne. Tandis que le secouage du type de chaîne actuellement construit est réalisé par des rouleaux ovales mis en rotation par la chaîne elle-même et que l'augmentation de la vitesse de marche de la chaîne limite l'effet de criblage par suite du soulèvement de la chaîne et du débit plus grand, on peut atteindre un secouage très intense de la chaîne tout en maintenant sa vitesse de marche réduite, quand on excite la chaîne au moyen de corps frappeurs commandés individuellement. L'utilisation de ces corps frappeurs permet aussi d'adapter l'effet de criblage aux conditions du champ de sorte que l'on peut élargir le domaine d'ap-plication de la machine. Il faut encore poursuivre les essais dans le champ et au banc afin d'éclaircir encore certains rapports.

Wolfgang Baader: «La separación de la tierra en cosecha-doras de patatas por cadenas — cribas circulantes (prime-ros resultados).»

A pesar del margen reducido de los ensayos hechos para separar la tierra con cadenas — cribas circulantes, ya ha quedado aclarado hasta cierto punto lo que ocurre. Los resultados confirman las consecuencias sacadas de consideraciones teóricas, o sea que el rendimiento que de la cadena-criba puede mejorarse con el empleo de un vibrador, cuya frecuencia pueda regularse con independencia de la velocidad de marcha de la cadena. Mientras en la construcción normal de las cadenas-cribas la vibración se produce por rodillos descentrados, puestos en movimiento por la misma cadena, con lo que el rendimiento del cribado queda limitado por la falta de contacto entre la cadena y los rodillos, al aumentar la velocidad de marcha de la cadena y con ella el efecto transportador de la misma, la vibración de la cadena por impulsos de origen distinto puede producir un efecto intenso, también a poca velocidad de marcha de la cadena. Empleándose sacudidores, el ren-dimiento de cribado puede adaptarse además con facilidad a las con-diciones que presenta el campo, con lo que queda ampliado el margen de aplicación de la máquina. Con nuevos ensayos en el campo, así como en el banco de pruebas, se pretende aclarar todavía más los fenó-menos que se producen.

### Schrifttum

- [1] BAADER, W.: Untersuchungen über das Verhalten eines Haufwerks großer Schichthöhe auf einem schwingenden Siebrost. Dissertation TH Braun-schweig 1960 (im Druck).
- [2] BAADER, W.: Das Verhalten eines Schüttgutes auf schwingenden Siebrosten. In: 18. Konstrukteurheft. Düsseldorf VDI-Verlag 1961 (Grundlagen der Landtechnik, H. 13) (im Druck).
- [3] SÖHNE, W.: Krümel- und Schollensiebanalyse als ein Mittel zur Beurteilung der Güte der Bodenbearbeitung. Landtechnische Forschung 4 (1954), Seite 79—81.
- [4] NOACK, W.: Feldversuche über Erdabsiebung. Deutsche Agrartechnik 9 (1959), Seite 308—311.